



COURS DE STRUCTURE MACHINE

SÉRIE 03

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE :

À la fin de ce cours, le stagiaire sera capable de :

- Connaitre parfaitement les types de mémoires d'un ordinateur
- Comparer entre types de mémoires d'un ordinateur.

PLAN DE LA LEÇON :

I- DÉFINITION

II- UNITÉS DE LA MÉMORISATION INFORMATIQUE

- 1-** Unité de stockage élémentaire
- 2-** Unité de mesure de capacité
- 3-** Unité d'adressage en mémoire centrale
- 4-** Unité de temps d'accès.

III- CARACTÉRISTIQUE DES MÉMOIRES

- 1-** La capacité d'une mémoire
- 2-** Volatilité
- 3-** Mode d'accès à l'information
- 4-** Temps d'accès

IV- CLASSIFICATION DES MÉMOIRES

V- LA MÉMOIRE CENTRALE

VI- CATÉGORIES DE MÉMOIRE CENTRALE

- 1-** La mémoire vive RAM (Random Access Memory)
- 2-** La RAM statique (SRAM)
- 3-** La mémoire morte ROM (Read Only Memory)

VII- TYPE DE MÉMOIRES MORTES

EXERCICES

INTRODUCTION

Le développement technologique des composants matériels des ordinateurs ne cesse d'évoluer de manière très rapide pour répondre aux besoins des traitements des données (rapidité d'exécution et capacité de stockage). Parmi les composants internes touchés par ce développement : la mémoire centrale.

I- DÉFINITION :

On appelle mémoire tout dispositif capable de stocker des informations et de les restituer à un organe de traitement à n'importe quel moment. Pour cela, une mémoire est constituée des organes suivants :

- Cellules de mémoires qui reçoivent les informations sous forme binaire et les conservent.
- Organes d'accès qui permettent de sélectionner les cellules auxquelles on veut accéder.
- Organes de lecture et d'écriture

La mémoire centrale est un composant de base d'un ordinateur selon le modèle de **Van Neumann**.

II-UNITÉS DE LA MÉMORISATION INFORMATIQUE :

1- Unité de stockage élémentaire :

Le bit (Binary digIT) est une unité de mémorisation (0 ou 1) valable aussi bien pour la mémoire centrale que pour les disques.

2- Unité de mesure de capacité :

L'octet est une unité de codification des caractères sur 8 bits, ayant pour multiples : Ko (Kilo-octet=1024 octets), Mo (Méga-octet=1024 Ko), Go (Giga-octet=1024 Mo), To (Téra-octet=1024 Go).

3- Unité d'adressage en mémoire centrale :

Le mot est une unité d'accès mémoire pour le processeur. C'est le plus petit groupement de cellules adressables (pour un disque, l'unité

d'adressage est le secteur) ; suivant les ordinateurs, le mot correspond à 1, 2 ou 4 octets (8, 16 ou 32 bits).

4- Unités de temps d'accès :

- ms (milliseconde) = 10^{-3} s : utilisé pour les mémoires auxiliaires
- ns (nanoseconde) = 10^{-9} s : utilisé pour les mémoires centrales (1 million de fois moins)

III- CARACTÉRISTIQUES DES MÉMOIRES :

Les principales caractéristiques de la mémoire centrale sont :

1- La capacité d'une mémoire :

- La capacité (taille) d'une mémoire est le nombre (quantité) D'informations qu'on peut enregistrer (memoriser) dans cette mémoire.
- La capacité peut s'exprimer en :
 - **Bit** : un bit est l'élément de base pour la représentation de l'information.
 - **Octet**: 1 Octet = 8 bits
 - **Kilo-octet (KO)**: 1 kilo-octet (KO) = 1024 octets = 2^{10} octets
 - **Méga-octet (MO)**: 1 Méga-octet (MO) = 1024 KO = 2^{20} octets
 - **Géga-octet (GO)**: Géga-octet (GO) = 1024 MO = 2^{30} octets
 - **Téra-octet (To)**: 1 Téra-octet (To) = 1024 Go = 2^{40} octets

2- Volatilité :

- Si une mémoire perd son contenu (les informations) lorsque la source d'alimentation est coupée alors la mémoire est dite volatile.

- Si une mémoire ne perd pas (conserve) sont contenu lorsque la source d'alimentation est coupée alors la mémoire est dite non volatile (mémoire permanente ou stable).

3- Mode d'accès à l'information (lecture /écriture) :

- Sur une mémoire on peut effectuer l'opération de :
 - **Lecture** : récupérer / restituer une information à partir de la mémoire.
 - **Ecriture** : enregistrer une nouvelle information ou modifier une information déjà existante dans la mémoire.
- Il existe des mémoires qui offrent les deux modes lecteur/écriture, ce mémoire s'appelle mémoires vives.
- Ils existent des mémoires qui offrent uniquement la possibilité de la lecture (ce n'est pas possible de modifier le contenu). Ces mémoires s'appellent mémoires mortes.

4- Temps d'accès :

- C'est le temps nécessaire pour effectuer une opération de lecture ou d'écriture.
- Par exemple pour l'opération de lecture, le temps d'accès est le temps qui sépare la demande de la lecture de la disponibilité de l'information.
- Le temps d'accès est un critère important pour déterminer les performances d'une mémoire ainsi que les performances d'une machine.

IV- CLASSIFICATION DES MÉMOIRES :

Les mémoires peuvent être classées en trois catégories selon la technologie utilisée :

- Mémoire à semi-conducteur (mémoire centrale, ROM, PROM,.....) : très rapide mais de taille réduit.

- Mémoire magnétique (disque dur, disquette,...) : moins rapide mais stock un volume d'informations très grand.
- Mémoire optique (DVD, CDROM,...)

V- LA MÉMOIRE CENTRALE :

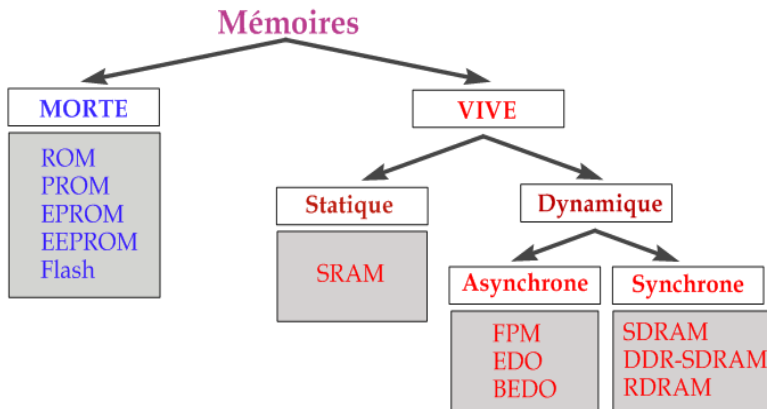
La mémoire centrale est la zone de travail du processeur, c'est-à-dire qu'elle contient la partie active du système d'exploitation, ainsi que le programme et les données en cours d'utilisation. Cette mémoire est inévitablement électronique puisque le processeur est incapable de traiter directement les données sur support magnétique. La quantité de mémoire centrale utilisable est limitée par la taille du bus d'adresses (exprimée en nombre de bits) et les possibilités du système d'exploitation.

Tout au long de l'histoire de l'informatique, différentes technologies ont été utilisées pour la mémoire centrale (lignes à retard, mémoires à tores, mémoires à bulles) jusqu'aux circuits intégrés (héritiers des transistors des années 70).

VI- CATÉGORIES DE MÉMOIRE CENTRALE :

Les différentes mémoires peuvent être classées comme indiqué sur le schéma ci-dessous :

- La mémoire vive
- La mémoire morte



1- La mémoire vive RAM (Random Access Memory) :

C'est la mémoire principale de l'ordinateur. Elle est donc l'espace de travail du processeur. Ce dernier travaillant séquentiellement (une opération après l'autre, sur une donnée après l'autre), il doit s'entourer d'auxiliaires capables de stocker :

- Les instructions du programme en cours d'exécution ;
- Les données manipulées par les instructions ;
- Les résultats de son travail.

La RAM est une mémoire volatile (elle perd son contenu si l'on coupe l'alimentation électrique)

Il existe deux grandes familles de mémoires vives :

- les RAM Statiques : SRAM
- les RAM Dynamiques : DRAM

a- La RAM Dynamique (DRAM) :

La mémoire vive dynamique (DRAM) conserve les informations écrites que pendant quelques millisecondes : le contrôleur mémoire est obligé de relire régulièrement chaque cellule puis y réécrire

INF0706/ CYCLE I/ SÉRIE03 INF0706 1.3.9.2 « PROPRIÉTÉ CNEPD » PAGE 7

l'information stockée cette opération s'appelle le rafraîchissement. Malgré la contrainte du rafraîchissement, la mémoire vive dynamique est très utilisée car elle est bien meilleur marché que la mémoire statique.

Les avantages de la DRAM sont :

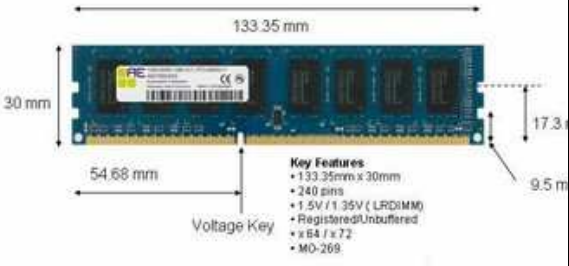


- Sa grande densité d'intégration (car un bit est représenté par un transistor),
- Son faible coût de fabrication,
- Sa faible consommation électrique (entre un sixième à la moitié de celle des SRAM).


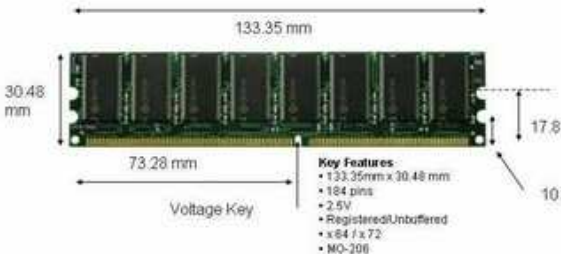

En revanche le temps d'accès de la DRAM est plus important que celui de la SRAM (environ 50-70 ns).

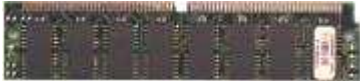

b- Types de RAM dynamiques :

La préoccupation des constructeurs de mémoire est triple : ils cherchent à obtenir des mémoires de plus en plus grosses et de plus en plus rapides à un prix toujours moindre.

Type	Description	Fréquence
DDR 3 SDRAM	DDR 3 SDRAM (double-data-rate X3 SDRAM) La technologie de la mémoire DDR3 (ou DDR-III) permet d'atteindre des débits de 10 Go/s et est conçu à l'échelle de 90 nanomètre ce qui permet une grande réduction de la consommation d'énergie. La DDR3 possède 240 broches.	400 MHz à 800 MHz

	 <p>Key Features:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 133.35mm x 30mm • 240 pins • 1.5V / 1.35V (LRDIMM) • Registered/Unbuffered • x 64 / x 72 • MO-268 	
DDR 2 SDRAM	<p>DDR 2 SDRAM (double-data-rate X2 SDRAM)</p> <p>La technologie de la mémoire DDR2 (ou DDR-II) permet d'atteindre des débits deux fois plus élevés que la DDR à fréquence externe égale. La DDR2 possède également un plus grand nombre de connecteurs que la DDR classique (240 pour la DDR2 contre 184 pour la DDR).</p>  <p>Key Features:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 133.35mm x 30mm • 240 pins • 1.8V • Registered/Unbuffered • x 64 / x 72 • MO-227 	800 MHz
DRDRAM	<p>DRDRAM (Direct Rambus DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive se base sur une bande plus large pour le transfert encore plus rapide des données.</p> 	800 MHz
RDRAM	<p>RDRAM (Rambus DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive se base sur une bande large pour le transfert rapide des données.</p>	600 MHz

		
DDR SDRAM	<p>DDR SDRAM (double-data-rate SDRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive est la plus rapide des SDRAM et est souvent appelée SDRAM II car elle laisse transmettre deux bits de données par cycle.</p> 	266 MHz
SDRAM	<p>SDRAM (synchronous DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive se synchronise avec l'horloge du microprocesseur pour fonctionner à bonne vitesse tout en ayant une bonne stabilité.</p> 	133 MHz
BEDO DRAM	<p>BEDO DRAM (burst EDO DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive transfère les données à une vitesse constante sauf qu'à certains moments, le transfert s'effectue plus rapidement.</p>	66 MHz
EDO DRAM	<p>EDO DRAM (extended data output DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive est 10% plus rapide que le FPM DRAM car elle permet le retrait d'un second bit de</p>	40 MHz

	données aussitôt que le bit précédent est envoyé.	
		
FPM DRAM	<p>FPM DRAM (fast page mode DRAM)</p> <p>La technologie de ce type de mémoire vive supporte un transfert de données typique à une vitesse variante de 80 à 100 nanosecondes. Avec ce type de mémoire vive, il est possible de retirer des bits de données relatives dans une même colonne d'une matrice (array) sans faire une demande pour chaque bit.</p>	28.5 MHz
		
DDR4 SDRAM	<p>La DDR4 est réservée à la plate-forme très haut de gamme Intel LGA 2011-3, pour les processeurs Intel Core i7 Haswell-E. De fait, elle n'est généralement pas usitée dans les configurations grand public, à l'exception de machines très haut de gamme pour de l'infographie lourde. En elle-même et actuellement, la DDR4 apporte peu ou prou de gain face à de la DDR3 tout en étant plus coûteuse.</p>	800 à 1600

Puisque la mémoire vive d'un ordinateur fonctionne au niveau bit qui peuvent chacun accommoder les valeurs 0 (fermé) et 1 (ouvert) et que le transfert des données est effectué au niveau du bit, les barrettes de mémoire vive sont disponibles en capacité toujours paires (multiples de 2 correspondant à 0 et 1 du système binaire). Un système devrait donc contenir que les capacités de mémoire vive suivante:

- $2^1 = 2 \text{ Mo}$
- $2^2 = 4 \text{ Mo}$

- $2^3 = 8 \text{ Mo}$
- $2^4 = 16 \text{ Mo}$
- $2^5 = 32 \text{ Mo}$
- $2^6 = 64 \text{ Mo}$
- $2^7 = 128 \text{ Mo}$
- $2^8 = 256 \text{ Mo}$
- $2^9 = 512 \text{ Mo}$
- $2^{10} = 1024 \text{ Mo}$
- $2^{11} = 2048 \text{ Mo}$
- $2^{12} = 4096 \text{ Mo}$
- $2^{13} = 8192 \text{ Mo}$

1- La RAM Statique (SRAM) :

Contrairement à la mémoire vive de type DRAM (Dynamic RAM), la mémoire vive de type SRAM (Static RAM) n'a pas besoin d'être continuellement rafraîchie pour retenir ses données. Ce type de mémoire est ainsi plus rapide et plus stable que la mémoire vive de type DRAM. C'est la principale raison pour laquelle la mémoire vive de type SRAM est plus dispendieuse que la mémoire vive de type DRAM et est réservée pour la mémoire caches L1 (niveau 1) et L2 (niveau 2) qui servent à retenir temporairement les données entre la mémoire principale et le microprocesseur de l'ordinateur.

Dans les nouveaux systèmes, la mémoire cache L1 est nommée mémoire interne puisqu'elle est intégrée dans le microprocesseur, permettant ainsi d'augmenter encore plus la vitesse de la manipulation des données. La mémoire cache L2 est nommée mémoire externe et est généralement située entre le microprocesseur et la mémoire vive de type DRAM. De nos jours, un ordinateur contient entre 256 Ko et 1 Mo de mémoire vive de type SRAM.

2- La mémoire morte rom (read only memory) :

La ROM (Read Only Memory) ou mémoire morte est une mémoire qui ne perd pas ses données (sauf par des techniques de réécriture, comme le flashage pour les mémoires flash), même si elle n'est pas rafraîchie. Elle est utilisée pour le stockage pour des informations essentielles d'un ordinateur (par exemple dans un BIOS non-

réinscriptible ou des jeux vidéo pour certaines consoles de jeux). Les temps d'accès de ce type de mémoire sont relativement lent : de l'ordre de 150 ns.

Comme il s'agit de graver les données binaires sur une plaque de silicium grâce à un masque, il est impossible de reprogrammer cette mémoire, son contenu est donc défini lors de sa fabrication.

VII- TYPES DE MÉMOIRES MORTES :

1- ROM "classique" (1969) :

C'est une mémoire dont le contenu est écrit directement par le fabricant du composant, d'après les indications du constructeur de l'ordinateur. Les données contenues en ROM ne sont accessibles qu'en lecture par l'utilisateur de l'ordinateur.

2- PROM (Programmable ROM) ou OTP-EPROM (1969):

C'est une ROM non programmée par le fabricant et livrée vierge. Elle ne peut être écrite qu'une fois par le créateur du programme qu'elle va contenir (à l'aide d'un programmeur électrique de PROM).

3- EPROM ou REEPROM :

(Electrically Programmable ROM) (Reprogrammable ROM) ou UV-EPROM (1969) : C'est une mémoire réinscriptible plusieurs fois par programmation électrique, après que le contenu ait été effacé par exposition à la lumière ultraviolette. Elle est utilisée pour le test et la mise-au-point des programmes à porter sur des ROM.

4- EEPROM ou EAROM:

(Electrically Erasable Programmable ROM) (Electrically Alterable ROM)(1980) : Le contenu de ce type de mémoire est modifiable par l'envoi d'un courant électrique, sans démontage de la carte mère ou de la carte d'extension. Cependant, on ne peut écrire les informations qu'en une fois et il faut toujours effacer les données avant d'en écrire de nouvelles, ce qui rend l'EEPROM plus lente que la RAM. Ces mémoires sont utilisées pour la configuration des cartes d'extension par logiciel.

5- Flash EPROM ou mémoire Flash (1988) :

Cette mémoire est constituée de composants effaçables à partir du système d'un ordinateur, mais par blocs entiers. Une mémoire flash facilite les mises à jour et dispose d'une plus grande capacité que pour les EEPROM (pour un prix au bit moins élevé). Cette technologie est utilisée dans les BIOS (depuis 1996) et les cartes d'extension au format carte de crédit (PCMCIA).

6- UVPROM (Ultra Violet Programmable Read Only Memory) :

Elles sont programmables/effaçables des milliers de fois selon le fabricant. Lorsqu'on la met en présence de rayons ultra-violet d'une longueur d'onde précise, les fusibles sont reconstitués, et tous les bits reviennent à une valeur de "1".

7- Les mémoires caches:

Elles sont des petites zones de stockage coûteuses mais beaucoup plus rapides que la mémoire centrale. Elles permettent d'augmenter sensiblement les performances de l'ordinateur en pré chargeant données et instructions qui sont nécessaires.

La mémoire cache possède plusieurs sens. La première définition du cache, et surtout, la plus simple à comprendre est celle qui est utilisé par certains logiciels, par stockage d'informations sur le disque dur. La deuxième est un peu plus complexe, car elle intervient dans le fonctionnement des traitements numériques du processeur. Mais dans les 2 cas, sa fonction est identique, celle de stocker en mémoire des informations (redondantes ou non) afin d'améliorer les performances dans les traitements numériques.

8- Le cache logiciel :

L'exemple le plus concret pour présenter le cache logiciel, est l'un des fonctionnements d'un navigateur Internet (comme Internet Explorer ou Netscape).

Quand vous parcourez une page Internet pour la première fois, elle est plus longue à s'afficher que si l'on revenait dessus pour la deuxième fois. Pourquoi ? Tout simplement parce qu'une page Internet contient dans 90 % des cas, des images et autres insertions visuelles (flash, scripts, etc.).

Lors de votre premier chargement de cette page, le navigateur va anticiper votre navigation en enregistrant un maximum d'information qui juge trop lourd en chargement, sur une partie du disque dur à un endroit bien précis (celui déterminé par votre navigateur).

Ce sont généralement les images qui vous font perdre du temps dans ce chargement. Quand vous allez visiter une seconde fois la page (5 min après par exemple), elle s'affichera instantanément, car avant le chargement, le navigateur prend la peine de parcourir le cache pour savoir s'il n'existe pas déjà des informations liées à cette page.

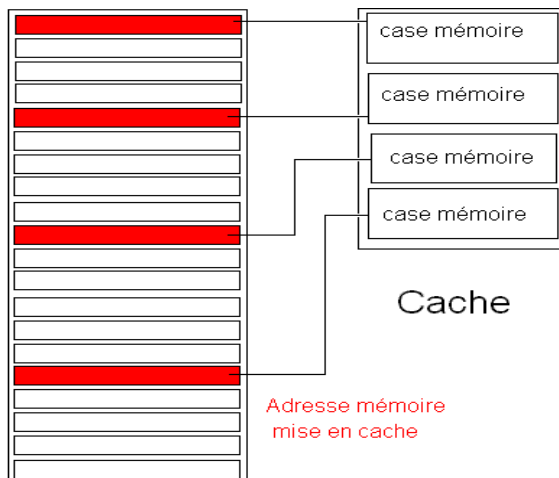
Si oui, plutôt que télécharger une autre fois les informations, il restitue ce le contenu du cache, lié au chargement de la page. L'utilité du cache est simple, elle permet tout simplement d'avoir sous le coude des informations déjà enregistrées, et de les restituer plus vite sur demande.

Les taux de transfert d'une image en cache sur le disque dur, est 100 fois plus rapide que le chargement via Internet.

9- Le cache du processeur :

C'est une petite zone de mémoire très utile pour les traitements numériques du processeur. Elle se distingue en deux parties :

- Le cache interne : gravé dans le processeur lui-même, appelée « cache L1 ».
- Le cache externe : mémoire supplémentaire disponible sur le support du processeur, appelée « cache L2 ».



EXERCICES D'APPLICATION :

EXERCICE N° 01 :

1- À quoi servent les mémoires suivantes ?

- Mémoire flash
- RAM dynamique
- RAM statique

2- Quelle est la technologie actuelle de RAM dynamique la plus fréquemment commercialisée ?

EXERCICE N° 02 :

Faites une comparaison entre les différents types de RAM dynamiques ?

EXERCICE N° 03 :

- 1.** Quelles sont les principales différences entre la DRAM et la SRAM ?
- 2.** Où utilise-t-on de la DRAM ? De la SRAM ?
- 3.** Quelles sont les principales différences entre la RAM et la ROM ? Où utilise-t-on de la ROM ?